

# 휴대단말 기반의 비즈니스 응용을 위한 UHF/HF 듀얼밴드 통합 모바일 RFID와 NFC의 연동 방안

박 남 제\*

## UHF/HF Dual-Band Integrated Mobile RFID/NFC Linkage Method for Mobile Device-based Business Application

Namje Park\*

요 약

모바일 RFID/NFC 연동기술이란, 900 MHz 기반의 모바일 RFID 리더와 NFC 리더/태그를 하나의 SoC로 개발하여 USIM 카드에 탑재함으로써 현존하는 2가지 모바일 RFID 서비스를 통합 제공하기 위한 기술을 의미한다. 본 논문에서는 NFC기술과 유사한 서비스를 제공하는 모바일 RFID 기술과 관련 표준을 분석하여 NFC 기술과의 연동 가능성을 파악하고 연동 시 필수적으로 고려되어야 할 연동 요구사항을 도출하였다. 또한 듀얼태그의 도입과 코드체계의 연동을 통해 기존의 인프라를 최대한 활용할 수 있는 연동방안을 제안하였고 연동방안의 연동 요구사항 만족 여부를 분석하였다. 마지막으로 분석된 내용을 바탕으로 서비스 연동 환경 구축에 필요한 새로운 표준 설계의 방향성을 제시하였다.

**Key Words** : Mobile NFC, NFC, Mobile RFID, RFID, UHF, HF, Dual-Band, Mobile Device

### ABSTRACT

Mobile RFID/NFC linkage technology means a provision of integrated 2 existing mobile RFID services by developing the 900MHz mobile RFID reader and the NFC reader/tag into one SoC to be put on a USIM card. In this paper, the mobile RFID related technologies that offer similar services as NFC were also analyzed to understand the potential linkage to NFC and the requirements for the linkage. In addition, the introduction of dual tag and the code system linkage suggested a linking method to maximally use the existing infrastructure and the requirement satisfaction was analyzed. Lastly, based on the analysis, the future direction for the new standard design was suggested.

### I. 서 론

다양한 최신 기술이 빠른 속도로 발전하고 있는 국제 경쟁 환경에서 우리나라가 국가 경쟁력을 확보하기 위해서는 무엇보다도 다양한 국제 표준화 활동에 대한 깊이 있는 분석과 조망을 통해 최신기술 및 국제 표준을 국내에 적용하고 나아가 국제 표준화를 선도

해 나아가야 한다. 최근 급부상하고 있는 13.56MHz 대역 비접촉식 근거리 무선통신기술인 NFC(Near Field Communication) 기술은 향후 스마트폰과의 융합을 통해 모바일 교통카드 및 신용카드 결제 서비스 등 실생활에 폭넓게 응용될 것으로 보인다. 따라서 각 국가 및 업체에서는 해당 기술에 대한 주도권을 갖기 위해 많은 노력을 기울이고 있으며, 특히 표준화 활동

\* 이 논문은 2013학년도 제주대학교 학술진흥연구비 지원사업에 의하여 연구되었음

• First Author : 제주대학교 교육대학 초등컴퓨터교육전공, namjepark@jejunu.ac.kr, 종신회원

논문번호 : KICS2012-10-516, 접수일자 : 2012년 10월 30일, 최종논문접수일자 : 2013년 9월 24일

의 중요성이 부각되고 있다. 향후 NFC 기술이 활성화 될 경우, 모바일 RFID(Radio Frequency Identification) 등 다양한 기술 표준과 연동이 될 것으로 보이며, 이러한 표준 중 무엇보다도 시급하게 도입되어야 할 표준화 분야를 파악하는 것이 필요하다. 그 다음으로 국제 및 국내에서 개발된 표준현황을 파악하여 추가적으로 필요한 표준화 대상을 도출하고 표준화를 추진하는 것이 바람직할 것이다.

NFC 분야 국제 표준화 기구인 ISO/IEC JTC 1은 2003년 NFC 통신규격에 대한 국제 표준화를 시작하였으며, 기존 비접촉식 스마트카드 기술 및 RFID와의 상호 운용성 (interoperability)을 확보하기 위한 표준 제정 작업을 해왔고 이미 상당히 많은 부분에 대한 표준화 작업이 이루어져왔다. 또한 2004년 NFC 포럼의 설립을 시작으로 이를 상업적으로 활용하기 위한 연구가 다각적으로 시도되었다가, 2011년 스마트폰과의 연동을 통해 제공할 수 있는 서비스 모델이 다양화되면서 다시 새롭게 주목받게 되었다.

우리나라에서도 NFC 표준화 사업에 이러한 국제 표준화 흐름을 반영함과 동시에 더 나아가서는 국내에서 표준화된 모바일 RFID 기술과의 비교분석을 통하여 우리나라의 환경에 적합한 연동방안을 마련해야 한다. 그리고 연동방안을 통해 도출된 새로운 표준의 설계방향을 국제 표준으로 반영할 수 있도록 하는 적극성도 요구된다. 이러한 취지에서 본 논문은 모바일 NFC 서비스 환경에서 모바일 RFID 기술과의 비교 분석을 통하여 두 기술의 서비스 연동방안을 도출하여 관련 기술의 국내 보급과 표준화의 발판을 마련하고자 한다.

## II. 관련 연구

### 2.1. 모바일 RFID와 NFC 서비스 연동 개요

모바일 RFID 기술은 모바일폰에 부착된 외장형 혹은 내장형 RFID 리더를 이용해서 주변의 RF 태그 데이터를 읽어 무선 인터넷을 통해서 관련 정보 및 서비스를 사용자에게 실시간으로 제공하는 기술이다. 이러한 모바일 RFID 서비스 플랫폼을 기반으로 하는 모바일 RFID/NFC 연동은 900 MHz 기반의 모바일 RFID 리더와 NFC 리더/태그를 하나의 SoC(System on Chip)로 개발하여 USIM(Universal Subscriber Identity Module) 카드에 탑재함으로써 현존하는 2가지 모바일 RFID 서비스를 통합 제공하는 방안을 의미한다.

모바일 RFID 서비스 기술은 국내에서 표준 및 기

술 개발을 진행하고 있는 ISO/IEC 18000-6C 및 ISO/IEC 29143을 기반으로 하는 900MHz 대역의 기술과 NFC 포럼을 중심으로 진행 중인 ISO/IEC 18092를 기반으로 하는 13.56 MHz 대역의 기술로 구분할 수 있다. 900 MHz 기반의 모바일 RFID 리더와 13.56 MHz 기반의 NFC 리더/태그를 USIM 카드에 SoC 형태로 탑재함으로써 이미 보급된 휴대전화를 활용한 모바일 RFID 서비스의 제공이 가능해진다. 다양한 휴대기반의 비즈니스 환경을 위해서는 앞으로 900MHz 대역 국제 표준 RFID 리더와 NFC 표준 모듈 그리고 RFID와 단말간의 인터페이스, 응용을 위한 데이터 규격을 적용한 전 세계적으로 사용가능한 글로벌 모바일 RFID 기반의 NFC 기술이 필요하다.

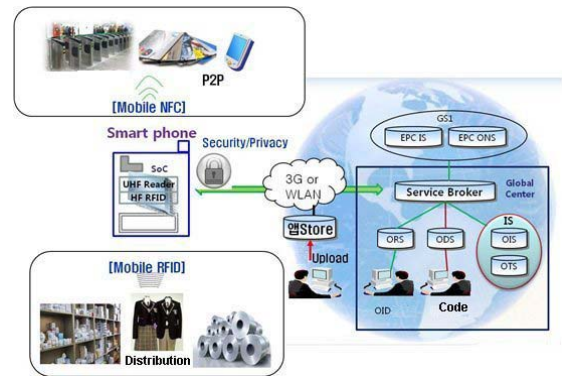


그림 1. UHF/HF 듀얼밴드 모바일 RFID 및 응용 기술 개념도

Fig. 1. Conceptual Diagram of UHF/HF Dual-Band Mobile RFID & Application Technology

### 2.2. 모바일 RFID/NFC 서비스 연동의 필요성

모바일 RFID와 NFC는 근거리 무선통신 기술인 RFID를 기반으로 한다는 공통점이 있으나 사용 주파수 대역, 표준화 기관 및 범위, 서비스 영역 등에서 차이점이 있다. 구체적으로 살펴보면 900MHz UHF대역의 태그와 리더기를 사용하는 모바일 RFID 기술은 우리나라에서 출범된 모바일 RFID 포럼과 한국정보통신기술협회(TTA)를 중심으로 표준화가 진행되어왔으며 장거리 인식이 가능하다는 특성을 활용하여 유통 물류 서비스에 적합한 특성을 지닌다. 반면에 NFC 기술은 13.56MHz HF(High frequency)대역을 기반으로 하며 NFC 포럼을 중심으로 국제적으로 표준화가 진행되고 있고 상대적으로 단거리 인식만 가능하여 지불결제와 P2P(peer to peer) 서비스에 적합하다. 아래의 (표 1)은 모바일 RFID 기술과 NFC 기술의 특성 및 차이점을 나타낸다.

표 1. 모바일 RFID와 NFC 기술의 비교  
Table 1. Comparison of Mobile RFID & NFC Technology

	Frequency	Readable Range	Std.	Sec.	Service
m RFID	900 MHz	3m	Domestic	No	Distribution
NFC	13.56 MHz	10cm	Global	Yes	Transportation card

이와 같이 모바일 RFID와 NFC기술에는 고유의 특성에 따른 적합한 서비스 영역이 존재하지만 이동통신단말기에 설치되어 통신망과 연동된다는 공통점으로 인해 동일한 용도로 사용될 수도 있다. 예를 들면 특정 사물에 해당 사물과 관련된 정보를 저장하고 있는 태그를 부착하여 사물에 대한 정보를 능동적으로 수신하는 서비스에 모바일 RFID와 NFC 기술을 활용할 수 있다.

모바일 RFID와 NFC 기술의 서비스 유형 범위를 살펴보면, NFC는 3가지 유형의 서비스를 제공한다. 첫 번째 서비스 유형은 단말기에 내장된 NFC 칩셋이 태그처럼 작동하는 카드 에뮬레이션 모드이다. 이 모드에서는 교통카드와 같은 비접촉 결제 서비스를 제공받을 수 있다. 두 번째 서비스 유형은 읽기/쓰기 모드이다. 이 모드에서 NFC 칩셋은 리더기처럼 작동하여 사물에 부착된 태그로부터 정보를 읽어낸다. 세 번째 서비스 유형은 P2P 모드로써 기기간의 데이터를 직접 교환하는데 사용할 수 있다.

모바일 RFID 기술은 NFC와는 다르게 단말기에 내장된 칩셋은 리더기 기능으로만 사용될 수 있다. 따라서 NFC처럼 다양한 서비스 유형을 지원하지는 않는다. NFC 기술의 서비스 유형 중 단말기가 리더 역할을 하는 Read/Write 모드가 모바일 RFID 기술의 서비스 유형을 커버할 수 있다. 하지만 두 기술은 물리적 특성에 따라 적합한 사용 환경이 정해지므로 한 가지 기술만으로는 넓고 다양한 범위의 서비스 제공이 불가능하다. 또한 모바일 RFID의 경우 코드체계나 ODS(Object Directory Service), OIS(Object Information Service)같은 정보전달체계에 대한 표준화가 완료되어 인프라 구축 및 상용화가 진행되고 있기 때문에 해당 표준들과 인프라를 최대한 활용할 필요성이 있다. 따라서 모바일 RFID와 NFC 기술에 대한 상호 연동 방안을 도출함으로써 코드체계, 정보전달체계에 대한 상호 호환성을 높이고 관련 표준을 수정 및 보완이 필요하다.

### 2.3. 모바일 RFID/NFC 연동환경과 서비스유형

모바일 RFID와 NFC 기술을 연동하기 위해서는 연동을 활용할 서비스 유형과 연동 환경에 대한 확실한 설정이 필요하다. 본 논문에서는 모바일 RFID와 NFC 기술 양쪽 모두 지원하는 서비스 유형인 사물 정보 제공 서비스를 중심으로 연동방안을 도출한다. 그리고 연동환경의 경우 적절한 연동방안을 도출하기 위해서 모바일 RFID와 NFC 칩셋을 내장한 단말기가 보급되었다고 가정하고 모바일 RFID의 정보전달체계가 구축되어있다고 가정한다. NFC의 경우 NFC 태그에 URI 정보가 내장되므로 추가적인 정보전달체계는 사용하지 않는다고 가정하며 각 상품에 부착되는 태그는 900MHz 모바일 RFID 호환 태그와 13.56MHz NFC 호환 태그를 사용한다고 가정한다. 마지막으로 연동과정에서의 필요성에 따라 양쪽 주파수를 모두 지원하는 듀얼태그도 사용 가능하다고 가정하며 듀얼밴드 안테나가 내장된 단말기의 보급도 가정한다. 이와 같은 연동 서비스 환경을 (그림 2)으로 표현하면 아래와 같다.

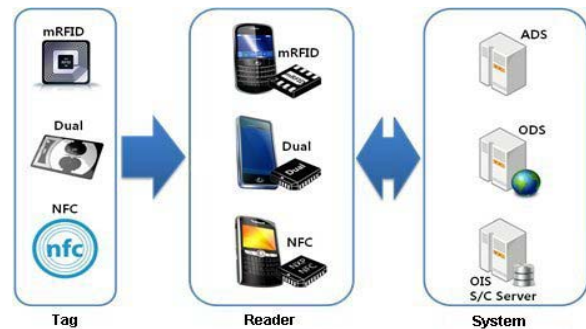


그림 2. 모바일 RFID와 NFC의 서비스 연동환경 구성요소  
Fig. 2. Service Linkage Environment Component of Mobile RFID & NFC

위의 (그림 2)와 같이 사물 정보 제공 서비스를 지원하는 모바일 RFID, NFC 환경은 태그, 단말기, 정보 전달체계로 구분할 수 있으며, 각 구성요소들의 정보 전달 루트에 따라서 다양한 조합이 가능하다. 이어지는 다음 장에서는 구성 요소들간의 정보전달 루트 조합 중 실제 운용 환경에서 실질적인 서비스를 제공할 수 있는 다양한 시나리오를 살펴본다. 그리고 시나리오 중 모바일 RFID와 NFC 기술이 적절하게 연동되어 시너지 효과를 낼 수 있는 연동 환경을 구성한다. 끝으로 제안된 연동 환경을 바탕으로 연동 요구사항을 도출해 내고 연동 요구사항을 만족하는 연동방법을 제안한다.

### Ⅲ. 서비스 연동환경과 요구사항 분석

#### 3.1. 일반적인 모바일 RFID 환경과 NFC환경이 조합된 환경 분석

일반적인 모바일 RFID 서비스환경과 모바일 NFC 서비스 환경이 혼합되어 모바일 RFID 태그와 모바일 RFID 단말기, NFC 태그와 NFC 단말기의 조합으로 구성될 수 있다. (그림 3)는 환경의 전체적인 구조를 보여주며 (그림 4)는 이렇게 조합된 환경에서의 정보 전달 과정 절차를 간략하게 나타낸다.

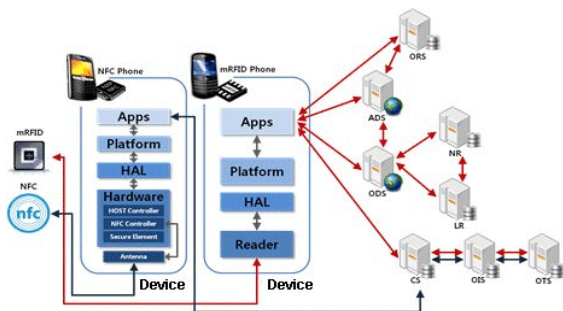


그림 3. 일반적인 모바일 RFID/NFC 조합환경 구성  
Fig. 3. Composition of Basic Mobile RFID & NFC's Combination Environment

아래의 (그림 4)에서 굵은 점선 화살표로 표시된 부분이 조합된 환경에서의 새로운 정보전달 루트이며 각 루트에 대한 정보전달 가능성은 아래와 같다.

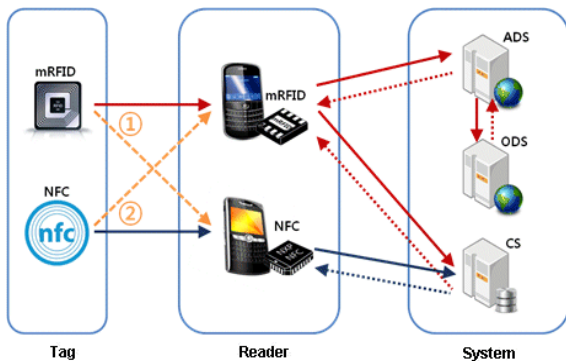


그림 4. 모바일 RFID/NFC 조합환경에서의 정보전달 과정  
Fig. 4. Information delivery process in Mobile RFID & NFC's Combination Environment

- 1) 모바일 RFID 태그는 900MHz UHF 대역을 지원하고 NFC 단말기는 13.56MHz HF 대역만 지원하므로 NFC 단말기는 모바일 RFID 태그로부터 데이터를 전송받을 수 없다.
- 2) NFC 태그는 13.56MHz HF 대역만 지원하고 모바일 RFID 단말기는 900MHz UHF 대역을 지원하므로 모바일 RFID 단말기는 NFC 태그로부터

데이터를 전송받을 수 없다.

이와 같은 조합 환경에서는 모바일 RFID 단말기만 소유하고 있는 사용자나 NFC 단말기만 소유하고 있는 사용자는 사물에 부착되어있는 태그의 종류에 따라 사물 정보나 콘텐츠 제공을 받지 못하는 상황이 발생한다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 듀얼태그와 듀얼밴드 칩셋을 사용하고 메모리 구조와 코드체계, 인코딩 방법 등을 연동하는 방안이 필요하다.

#### 3.2. 듀얼밴드 칩셋을 활용한 모바일 RFID/NFC 조합환경

모바일 RFID와 NFC의 조합환경에서 UHF대역과 HF 대역을 동시에 지원하는 듀얼밴드 칩셋을 내장한 단말기를 사용하면 두 종류의 태그로부터 데이터를 읽어올 수 있다. 따라서 코드체계를 연동시킬 필요 없이 모든 서비스를 제공받을 수 있다. (표 2)는 듀얼밴드 칩셋을 활용한 조합환경 구성 요소의 특성을 나타내며 (그림 5)는 환경의 전체적인 구조를 보여준다. 그리고 (그림 6)은 이 환경에서의 정보전달 과정을 나타낸다.

표 2. 듀얼밴드 칩셋을 활용한 모바일 RFID/NFC 조합환경 구성요소 특성  
Table 2. Characteristic of Mobile RFID/NFC using Dualband chipset

Tag	Device	System
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 900MHz ISO/IEC 18000-6 Type C Tag</li> <li>• 13.56MHz NFC Type 1,2,3,4 Tag</li> </ul>	UHF, HF - based DualBand Chipset Device	ADS, ODS, Service/Contents

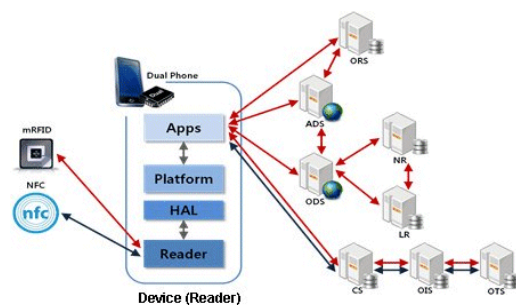


그림 5. 듀얼밴드 칩셋을 활용한 조합환경 구성  
Fig. 5. Composition of Combination Environment using Dual-Band Chipset

듀얼밴드 칩셋을 통한 조합환경에서의 정보전달 과

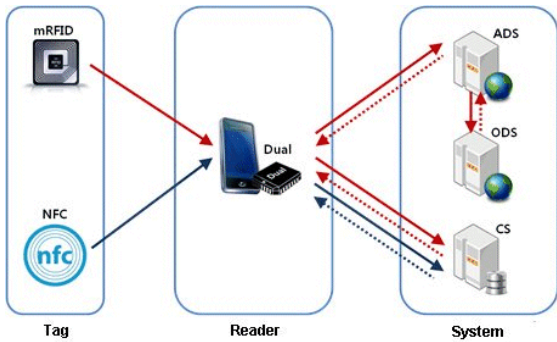


그림 6. 듀얼밴드 칩셋을 활용한 조합환경에서의 정보전달 과정  
 Fig. 6. Information delivery process in Combination Environment using Dual-Band Chipset

정은 1,2번 환경과 동일한 순서로 진행되어 해당 단말기 소지자가 모든 서비스를 제공받을 수 있도록 해준다. 하지만 일반 칩셋을 내장한 단말기 사용자는 태그의 종류에 의존하여 서비스 제공 여부가 결정되므로 듀얼태그의 도입과 같은 방안을 고려해야 한다.

### 3.3. 모바일 RFID/NFC 연동 요구사항

모바일 RFID와 NFC 기술은 RFID 기술을 기반으로 구성되며 모바일 단말기에 적용되어 유사한 서비스를 제공한다는 공통점을 가지고 있다. 따라서 두 기술을 연동시켜 상호호환성을 만족시키면 사용자의 편의성이 증대되고 관련 인프라를 구축하고 운영하는 기업의 경우 정보 전달 체계 구축 및 코드 발급, URI 등록 비용 등을 절감할 수 있다. 이러한 모바일 RFID와 NFC 기술의 연동방안은 아래와 (표 3)과 같은 요구사항을 만족해야 한다.

표 3. 모바일 RFID/NFC 연동 요구사항  
 Table 3. Linkage Requirement of Mobile RFID/NFC

No.	Linking Requirement	Detailed Explanation
1	Device Independence	The user should be able to use the same services using the RFID tag regardless of the type of devices.
2	Standardization	The user should be able to use the same services using the RFID tag regardless of the type of devices.
3	Domestic Standard Use	The user should be able to use the same services using the RFID tag regardless of the type of devices.
4	Economy	The linking method should maximally utilize the existing infrastructure that provides the same services to reduce the social and company costs.

위와 같은 연동 요구사항을 만족시키기 위해 본 논문에서는 듀얼태그를 활용한 모바일 RFID, NFC

기술 연동방안을 제안한다.

### 3.4. 모바일 RFID/NFC 연동관련 표준 분석

듀얼태그를 활용한 연동방안은 표준 준수성 같은 연동 요구사항을 만족시키기 위해 기존에 제시된 모바일 RFID, NFC 표준과 지침을 따른다. 모바일 RFID 표준 중에서는 ‘모바일 RFID 코드 체계 및 태그 데이터 구조(MRFS-3-01-R01)’, ‘다중 코드 해석 체계 지원을 위한 RFID 코드 체계 설계 가이드 라인(TTAS.KO-06.0171)’ 등의 표준을 따르며 NFC 포럼 표준 중에서는 ‘NFC Data Exchange Forma(NFC Forum-TS-NDEF\_1.0)’, ‘NFC Record Type Definition(NFCForum-TS-RTD\_1.0)’ 등을 따른다. 본 연동 방안에서 준수하는 대표적인 표준 목록은 아래의 (표 4)와 같다.

표 4. 모바일 RFID/NFC 연동에 필요한 표준 목록  
 Table 4. Standard List of Mobile RFID/NFC Linkage

Mobile RFID Standard	NFC Standard
Mobile RFID Code Structure and Tag Data Structure for Mobile RFID Services (MRFS-3-01-R01)	NFC Data Exchange Format (NFC Forum-TS-NDEF_1.0)
RFID Code design guideline for multi Ulls resolution architecture (TTAS.KO-06.0171)	NFC Record Type Definition (NFCForum-TS-RTD_1.0)
Multi-Ulls resolution architecture based on OID (MRFS-2-08-R01)	Text Record Type Definition (NFC Forum-TS-RTD_Text_1.0)
RFID ODS Architecture (MRFS-02-01-R1)	Type 3 Tag Operation Specification (NFCForum-TS-Type-3-Tag_1.1)
Mobile RFID Code URN, FQDN Format (MRFS-2-03-R2)	Logical Link Control Protocol (NFCForum-TS-LLCP_1.1)
Mobile RFID Service Architecture (MRFS-6-06)	URI Record Type Definition (NFCForum-TS-RTD_URI_1.0)

위에 나열된 모바일 RFID, NFC 표준에 명시되어 있는 사항들 중 듀얼태그를 활용한 연동방안이 준수하는 핵심사항은 코드 체계, 메모리 구조, 정보전달체계와 관련된 사항이다.

## IV. 제안한 연동방법과 서비스 모형

### 4.1. 본 논문에서 제안하는 듀얼태그를 활용한 모바일 RFID/NFC 조합환경

본 논문에서 제안하는 모바일 RFID와 NFC 기술의 연동방법은 제안된 연동 요구사항을 만족시키기 위해서 듀얼태그의 사용을 전제로 한다. 그리고 기존에 제

시된 다양한 국내의 표준들을 준수하며 특히 앞의 표준 항목들을 활용하여 두 기술의 연동을 달성한다. 모바일 RFID와 NFC 기술의 연동 환경은 아래의 (그림 7)과 같다. UHF대역과 HF 대역을 지원하는 듀얼태그를 사용하면 모바일 RFID 단말기와 NFC 단말기는 태그로부터 데이터를 읽을 수 있다. 따라서 태그에 모바일 RFID의 코드체계를 적절하게 연동시키면 두 종류의 단말기 모두 모바일 RFID의 정보전달체계를 통해 서비스를 제공받을 수 있다. 아래의 (표 5)는 듀얼태그를 활용한 조합환경 구성 요소의 특성을 나타내며 아래의 (그림 8)는 이 환경에서의 정보전달 과정을 나타낸다.

표 5. 듀얼태그를 활용한 모바일 RFID/NFC 조합환경 구성요소 특성  
Table 5. Characteristic of Mobile RFID & NFC's Combination Environment using Dual Tag

Tag	Device	System
<ul style="list-style-type: none"> <li>900MHz ISO/IEC 18000-6 Type C Tag</li> <li>UHF, HF -based Dual Tag</li> <li>NFC Forum Type 1,2,3,4 Tag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>900MHz UHF -based Device include Mobile RFID Reader chip</li> <li>13.56MHz HF -based Device include NFC Chip</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ADS, ODS, Service/Contents</li> </ul>

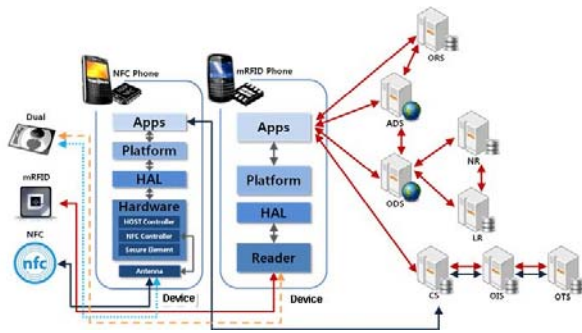


그림 7. 듀얼태그를 활용한 조합환경 구성  
Fig. 7. Composition of Combination Environment using Dual Tag

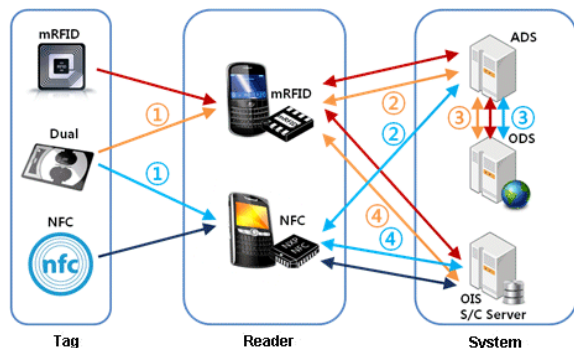


그림 8. 듀얼태그를 활용한 조합 환경에서의 정보전달 과정  
Fig. 8. Information delivery process in Composition of Combination Environment using Dual Tag

위의 (그림 8)에서 주황색 화살표는 모바일 RFID 단말기가 듀얼태그로부터 정보를 읽어내어 사물 정보나 콘텐츠를 요청하는 과정을 보여준다. 그리고 하늘색 화살표는 NFC 단말기가 듀얼태그로부터 정보를 읽어내어 서비스를 요청하는 과정을 보여준다. 이러한 정보전달 과정은 1번 환경에서의 과정과 동일하게 수행되어 이미 구축이 상용화 된 모바일 RFID 정보전달 체계의 활용성을 극대화 시킨다. 그리고 단말기의 종류와 상관없이 동일한 서비스를 제공받을 수 있도록 해준다.

4.2. 제안하는 연동방법에 필요한 제한사항

모바일 RFID와 NFC가 연동되는 환경은 위의 [그림 7]과 같이 구성된다. 이러한 환경에서 사용자는 모바일 RFID 칩이 내장된 단말기를 사용하거나 NFC 칩이 내장된 단말기를 사용하기 때문에 사물에 부착되는 태그의 종류에 따라 서비스 제공 여부가 결정된다. 따라서 최소한의 물리적, 하드웨어적 호환성을 만족시키기 위해서는 900MHz UHF 대역과 13.56MHz HF 대역을 동시에 지원하는 듀얼태그의 사용을 가정해야 한다. 그리고 연동 요구사항을 만족시키기 위해 기존의 모바일 RFID용 정보전달체계를 활용해야 하므로 모바일 RFID용 코드체계를 듀얼태그에 적용한다. 메모리 구조의 경우, NFC 단말기는 NDEF 형식의 메시지 형식을 사용해야 하므로 NFC 포럼에서 정의한 타입 3 태그의 메모리 구조를 사용하도록 한다. 마지막으로 현재의 표준만으로는 모바일 RFID 단말기의 NDEF 메시지 디코딩이 불가능하므로 모바일 RFID 단말기가 NFC 타입 3 태그를 인식하고 NDEF 메시지를 디코딩 할 수 있도록 NDEF 디코더를 개발하고 관련 표준을 제정해야 한다.

모바일 RFID와 NFC 기술의 연동은 듀얼태그의 NFC 타입 3 태그 메모리 구조에 모바일 RFID의 코드체계를 연동하는 방법으로 이루어진다. 구체적으로 살펴보면 모바일 RFID 코드 체계 중 하나인 mCode 코드체계를 ISO/IEC 15961, ISO/IEC 15962, ISO/IEC 18000-6C 에서 표준화 된 인코딩 방법으로 인코딩한 후 그 결과값을 NFC 타입 3 태그 메모리에 적재 가능한 NDEF 형식의 메시지로 변환함으로써 두 기술의 연동을 달성한다.

4.3. 제안된 연동방법에서의 코드체계 인코딩 방안

본 연구에서는 모바일 RFID의 코드체계 중 mCode를 사용하여 연동방안을 도출한다. mCode 중 D 클래스의 코드를 사용하면 코드체계의 총 길이는 96bit 이

며 16진수로 TLC는 E12, Class는 4, CC는 1234 1234, SC는 5678 9012를 가정한다. 아래의 표는 이러한 가정에서의 코드 체계를 나타낸다.

표 6. mCode 코드체계  
Table 6. mCode's Code System

Type	TLC	Class	CC	IC	SC
mCode	E12H	4H	1234 1234H	1234H	5678 9012H

이와 같은 코드체계를 ‘RFID 코드 설계 및 적용 지침서’에 따라 ISO/IEC 18000-6C 태그에 인코딩하면 아래의 (표 7)과 같은 인코딩 결과값을 얻을 수 있다.

표 7. mCode 코드체계 인코딩 데이터 구조  
Table 7. Encoding Data Structure of mCode's Code System

Component		Encoding Data	Content	
CRC-16			CRC-16 Calculation	
PC	Length	0 1010	10word	
	User Memory Indicator(UMI)	0	Non User Memory	
	XPC Indicator(XI)	0	Non PC Area	
	NSI	Toggle(T) AFI	1 0 0 0 0 0001	Non-EPC Std.
DSFID		0 0 0 0 0001	Non-directory(00) Reserved(0) OID fullfeatured(00001)	
	Precursor	0 0 0 0 1111	offset(0) compaction type code(000) Relative OID(1111)	
UHF DATA (Non-EPC)	ObjectID	Length	1 1 0 0 0011	Indicator(110) + 0 0011
		ObjectID	0 0 0 0 0010 1 0 0 0 0011 0 1 0 0 0010 0 0 0 0 0001	ObjectID Data
Object	Object	Length	0 0 0 0 1100	Object (RFID Code) 20 byte
		Object	E 1 2 3 1234 1 2 3 4 1234 5 6 7 8 9012 (16)	96 bit Code Data

#### 4.3.1. NDEF 인코딩 단계

두 번째 단계에서는 첫 번째 과정을 통해 계산한 인코딩 데이터를 NFC 단말기가 인식할 수 있도록 NDEF 형식으로 변환한다. 데이터 변환 시에 NFC 포럼에서 표준화한 레코드 데이터 타입 중 UTF-8 형식의 문자열로 데이터를 작성할 수 있는 ‘T(텍스트 레코드 타입)’를 적용하며 변환이 완료된 데이터는 NFC 포럼 타입 3태그 메모리 구조에 저장한다.

첫 번째 단계에서 얻은 인코딩 값 ‘5101010FC30 28342010CE12312341234123456789012’을 NDEF 형식으로 변환하면 아래의 (표 8)과 같다.

표 8. mCode 코드체계의 NDEF 변환 데이터 구조  
Table 8. NDEF Conversion Data Structure of mCode's Code System

7	6	5	4	3	2	1	0
1 (MB)	1 (ME)	0(CF)	1(SR)	0(IL)	0x01 (TNF)		
0x01(Tape length)							
0x1D(payload length, 29byte)							
'T'(Type)							
0x02(UTF-8, 2byte code)							
"en-US"(ISO code: English)							
"5101010FC3028342010CE12312341234123456789012"(TXT)							

위의 표에서 인코딩 텍스트 데이터는 UTF-8형식으로 변환하기 전의 실제 텍스트로 표기하였다.

#### 4.3.2. 데이터 저장 및 연동 단계

두 번째 단계를 수행하여 얻은 NDEF 형식의 레코드를 NFC 포럼 타입 3 태그로 이루어진 듀얼태그에 저장하면 연동을 위한 준비가 완료된다. 이러한 과정을 통해 만들어진 듀얼태그는 NDEF 형식으로 모바일 RFID 코드체계에 대한 정보를 저장하고 있다. 따라서 모바일 RFID 단말기와 NFC 단말기 모두 해당 데이터에 접근할 수 있다. 만약 NFC 단말기를 통해서 NDEF 인코딩 데이터를 전송 받았다면 NFC 칩셋은 NDEF 데이터를 바로 디코딩 할 수 있다. 반면에 모바일 RFID 단말기로 데이터를 전송 받았다면 추가적으로 NDEF 메시지를 디코딩 할 수 있는 NDEF 디코더를 사용해야만 데이터를 디코딩 할 수 있다. 디코딩을 통해 mCode 형식으로 변환된 데이터는 ‘모바일 RFID 코드 처리 기능 구현 가이드라인(MRFR-2-05)’에 따라 FQDN 형식으로 변환되어 ADS나 ODS로 전송된다. 아래의 (그림 9)은 이러한 연동 과정을 간략하게 나타낸다.

4.4. 제안된 서비스 연동의 효과 및 연동 요구사항 만족도

아래의 (그림 9)와 같이 듀얼태그를 활용한 연동방법을 적용하면 단말기의 종류와 관계없이 서비스를 제공받을 수 있고 기존에 제안된 대부분의 관련표준을 수정 없이 적용할 수 있다. 또한 정보전달체계인 프라를 구축해야 하는 정부와 기업은 추가적인 정보 전달체계나 서버의 확충 없이 서비스를 제공할 수 있으므로 경제적인 이익을 얻을 수 있다. 아래의 (표 9)은 본 논문에서 제안한 연동방법의 연동 요구사항 만족 여부를 보여준다.

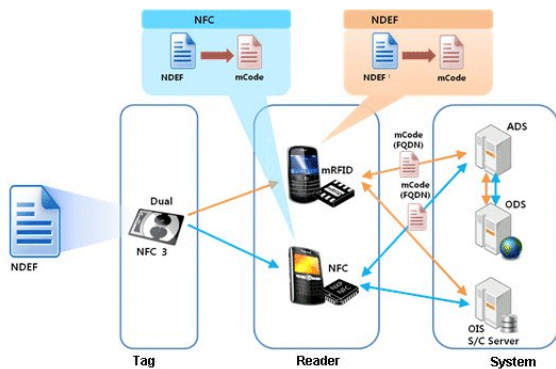


그림 9. 듀얼태그를 활용한 조합 환경에서의 연동기술 적용  
Fig. 9. Apply of Linkage Technology in Combination Environment using Dual Tag

표 9. 모바일 RFID/NFC 연동방안의 연동 요구사항 만족 여부

Table 9. Mobile RFID/NFC Linkage Method Requirement Satisfaction

No.	Linkage Req.	Linkage Requirements Satisfaction
1	Device Independence	It satisfies the device independence through dual tag and NDEF decoder.
2	Standards	It follows the existing mobile RFID and NFC standards.
3	Domestic Standards	It follows the existing mobile RFID and NFC standards.
4	Economy	It has an increased cost from the introduction of dual tags, but the existing information delivery system infrastructure is maximally utilized to prevent double expenditures on equipment costs.

본 논문에서 제안하는 모바일 RFID와 NFC의 연동방안은 단말기 독립성을 달성해야 한다는 전제 하에서 ADS, ODS와 같은 기존의 모바일 RFID 정보전달 체계와 코드체계를 최대한 활용하는 것을 목표로 하

였다. 따라서 국내를 중심으로 제정된 모바일 RFID 관련 표준에 대한 수정 필요성은 크지 않다. 하지만 상호호환성을 위해 듀얼태그에 NDEF 포맷으로 데이터를 저장한다고 가정하므로 UHF와 HF 대역을 동시에 지원하는 듀얼태그와 듀얼태그에 NDEF 포맷의 데이터를 적용하기 위한 표준화 설계가 이루어져야 한다. 기업들의 적극적인 기술 도입과 활용을 위해서는 저렴한 태그의 공급이 필수적이므로 가장 우선적으로 수행되어야 할 표준화 항목이라고 할 수 있다. 두 번째로 필요한 표준은 NDEF 형식의 메시지를 모바일 RFID 단말기가 디코딩 하는 방법을 제공하는 표준이다. 그리고 마지막으로 모바일 RFID의 코드체계를 듀얼태그의 NFC 타입 3 태그에 저장할 수 있는 NDEF 형식으로 변환하는 방법을 제공하는 표준을 제정하여 상호연동기술 도입에 필요한 기본적인 절차와 정보를 제공해야 할 것이다.

V. 연동방안의 시뮬레이션 구현 결과

5.1. 연동방안 적용에 따른 서비스 설계

본 논문은 휴대단말 기반의 비즈니스 응용을 위한 UHF/HF 듀얼밴드 통합 모바일 RFID/NFC 연동 방안을 제안한 것으로 모바일 RFID와 NFC 기술의 연동 방법은 듀얼태그의 NFC 타입 3 태그 메모리 구조에 모바일 RFID의 코드체계를 연동하는 방법을 제안하고 있다. 즉, 물리적인 태그의 연동이나 플랫폼에서의 연동이 아닌 인코딩 방안을 통한 연동방법은 현재의 듀얼모드로 운용되는 시스템에서의 연동방안 중 제일 간단하고, 시스템의 업그레이드 비용을 최소화하는 방법인 것이다. 제안하는 코드체계 연동을 통한 듀얼 통합 모바일 RFID/NFC의 시스템에서의 서비스 게이트웨이 전체 흐름은 다음과 같다.

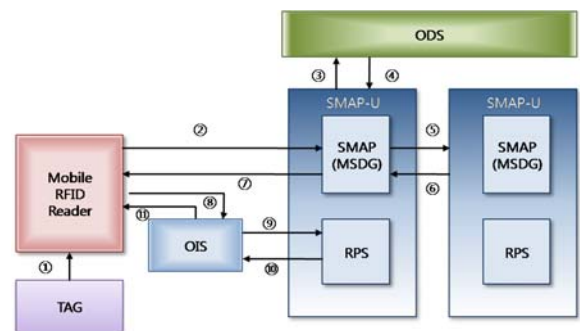


그림 10. 통합된 서비스 게이트웨이 기능의 전체 흐름도  
Fig. 10. Flow map of Integrated Service Gateway Function



위 그림과 같이 서비스게이트웨이(SMAP(MSDG))의 전체 흐름은 RFID/NFC 태그를 RFID 리더로 읽어(①) P+OID+O의 형태로 인코딩 된 정보를 획득하거나 UII를 전송 받는다. (②) 서비스게이트웨이에 P+OID+O의 형태로 왔을 경우 UII를 추출하고, UII의 형태로 왔을 경우에는 우회한다. 태그를 받는 방법은 본 논문에서 제안하는 단말플랫폼에서의 연동방법을 참고한다. 태그가 등록된 서비스게이트웨이 서버인 경우 모바일 RFID 리더로 콘텐츠 목록을 작성하여 돌려주며,(⑦) 등록된 서버가 아닌 경우 ODS서버에 FQDN형태로 질의하여(③) 태그가 등록되어 있는 다른 서비스게이트웨이 서버의 위치를 질의한 서비스게이트웨이에게 리턴 한다.(④) 리턴 받은 서비스게이트웨이로 태그 정보가 있는 OIS 정보를 요청하고 (⑤) 해당 OIS의 URL을 요청한 서비스게이트웨이 서버로 전송한다. (⑥) 전송 받은 응용서버 링크를 모바일 RFID 리더에 전달한다. (⑦) 모바일 RFID 리더는 전달받은 OIS의 URL로 접속하여(⑧) 응용 콘텐츠 정보를 획득한다.(⑨)

세부적인 서비스게이트웨이 연동의 기능을 살펴보면 다음과 같다. 모바일 RFID 리더로 태그를 읽어 서비스게이트웨이에 전달하면, 서비스게이트웨이에서 태그를 분석하여 URN으로 변환한다. URN(Uniform Resource Names)으로 서비스게이트웨이에서 태그를 등록한 OIS의 URL을 검색한다. 해당하는 url이 없다면 ODS로 질의 하여 다른 서비스게이트웨이를 검색하여 해당 OIS url을 가져온다. 서비스게이트웨이 통합 서버에서 제공하는 웹 매니저를 통해 OIS 서버 관리자를 가입, 수정, 삭제 할 수 있다. 사용자 등록을 한 OIS 관리자는 OIS를 서비스게이트웨이에 등록, 수정, 삭제 할 수 있다. 서비스게이트웨이 통합 서버에서 OIS에게 제공 되는 API를 통해 OIS에서 태그의 이동 히스토리를 등록 할 수 있다. 등록된 OTS(Object Traceability Service)를 조회 할 수 있으며, OTS 정보로 해당 상세 정보를 OIS를 통해 얻을 수 있다.

데이터 형식 및 태그 변환에 따른 기능 설계내용은 다음과 같다. 태그 타입은 UB 로 ISO/IEC 18000-6B를 사용한다. 태그 변환 방법은 본 논문에서 제안하는 듀얼모드 인코딩체계 연동방안을 따른다. 본 시스템에서는 모바일 RFID 및 NEF 인코딩에 맞는 모바일 RFID 코드체계에 맞게 16진수를 URN 코드로 변환하고, 다시 URN을 FQDN(Fully Qualified Domain Name)으로 변환한다.

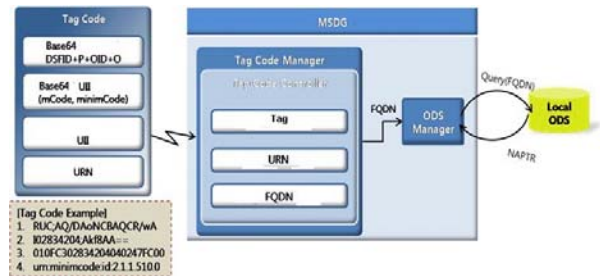


그림 11. 태그 변환 형식  
Fig.11. Tag Conversion Format

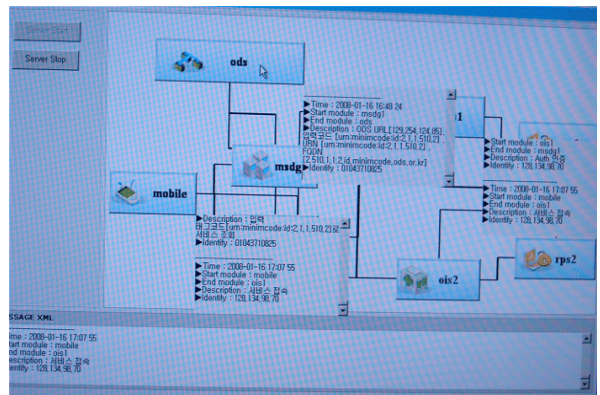


그림 12. 모바일 RFID/NFC 연동된 코드정보를 이용한 서비스 동작 화면  
Fig.12. Service operating monitor using Mobile RFID/NFC linked code information

### 5.2. 연동 결과에서의 세션 요청에 따른 지연시간 및 임계치

본 논문에서의 제안 방식에 따른 연동 및 인코딩된 단말에서 네트워크 정보 서버로의 서비스 세션 생성 요청률에 따른 지연시간 증가와 세션 처리가 가능한 임계치를 측정한다. 단말 플랫폼에서 인코딩 처리와 네트워크 전송 처리에 따른 세션 생성 지연 및 성능을 비교 분석한다. 하나의 모바일 단말기에서 OIS 등의 네트워크 정보로 여러 개의 세션 연결을 시도하도록 하며, 이러한 모바일 단말기를 다수개 이용하여 실제 단말기가 세션 연결을 하는 것과 동일한 환경을 구성한다.

평균 연동 서비스 세션지연 시간 측정결과는 연동 서비스 세션 요청의 경우 세션의 개수가 증가할수록 세션 생성까지의 시간은 계속적으로 증가되며, 요청률이 40개로 증가하면 1000~1500msec의 지연시간을 보였다. 요청률이 50개가 되면 1800msec까지 지연되며, 60개의 요청부터는 세션 에러가 발생한다. 서버에서 측정한 초당 세션 요청개수에 따른 처리를 살펴보면, 50개까지 세션에 대한 모든 처리가 가능하지만 60

개의 요청부터 세션 처리가 감소한다. 때문에 시험 시스템, 네트워크 정보 서버에서의 동시 처리 가능한 연동 세션 수는 60여개까지 가능한 것으로 추정되어진다.

연동이 되지않은 일반 서비스 세션의 경우 초당 요청되는 세션의 개수가 120개까지 증가할수록 증가하는 시간은 약 2000~2500msec까지 증가하며, 120개의 요청부터 세션 지연시간이 급격히 증가하며 140개의 요청부터는 세션 에러가 발생하게 된다. 서버에서 측정된 초당 서비스 세션 요청개수에 따른 처리별 처리수를 살펴보면, 동시에 130개까지 요청된 세션에 대한 처리가 가능하지만 140개의 요청의 요청부터는 세션 처리가 급격하게 감소하게 된다. 때문에 시험 단말기, 서버에서의 동시에 처리 가능한 서비스 세션 수는 140개까지 가능한 것으로 추정되어진다.

성능 측정 결과를 비교해 보면 연동 기능을 지원하는 것과 미지원의 세션 지연시간은 비슷한 값으로 증가되어진다. 하지만 연동 기능의 오버헤드가 약 2배정도 있다는 것으로 추정되어진다. 이는 단말기 내부에서 요청된 연동 서비스 세션에 대한 처리 시 필요한 자원 할당으로 생기는 문제에 발생하는 것으로 예상되어진다. 이에 비해 일반적인 모바일 단말기의 비연동 서비스 경우 세션에 대한 정보처리가 간단한 RFID 태그 정보 데이터가 이루어지기 때문에 세션 처리 능력이 높을 것으로 예상된다.

## VI. 결 론

최근 모바일 시장은 스마트폰을 필두로 한 다양한 모바일 기기의 보급과 차세대 이동통신망의 도입을 바탕으로 급속히 발전하고 있다. 이로 인해 언제 어디서든지 온라인에 접속할 수 있는 모바일 인터넷 시대가 본격화되었고 생활을 편리하고 윤택하게 해주는 다양한 서비스들이 등장하고 있다. 모바일 RFID와 NFC 기술도 이러한 시대적 흐름에 발맞추어 서비스 표준화와 범용화에 박차를 가하고 있다. 특히 국제적으로 표준화가 추진되고 있는 NFC 기술은 도입을 적극적으로 추진하고 있는 이동통신사와 단말기 제조사의 정책과 맞물려 빠른 속도로 시장을 확대해 나가고 있다.

시장조사기관인 주니퍼리서치의 시장조사보고서에 따르면 2014년에는 스마트폰 5대중 1대는 NFC 칩셋이 탑재되고 2015년에는 5억명의 인구가 교통카드 대신 NFC를 사용할 것이라고 한다. 이러한 추세를 볼 때, 향후 NFC는 모바일 결제 분야에서 가장 널리 사

용되는 기술이 될 가능성이 유력하다. 따라서, 이를 대비한 국내 기술 및 표준 개발이 매우 시급하고, 국내 환경을 고려한 국내 표준의 개발 및 국제 표준으로의 반영이 절실히 요구된다. 이에 본 논문에서는 NFC 기술과 유사한 서비스를 제공하는 모바일 RFID 기술과 관련 표준을 분석하여 NFC 기술과의 연동 가능성을 파악하고 연동 시 필수적으로 고려되어야 할 연동 요구사항을 도출하였다. 또한 듀얼태그의 도입과 코드 체계의 연동을 통해 기존의 인프라를 최대한 활용할 수 있는 연동방안을 제안하였고 연동방안의 연동 요구사항 만족 여부를 분석하였다. 마지막으로 분석된 내용을 바탕으로 연동환경 구축에 필요한 새로운 표준 설계의 방향성을 제시하였다.

본 논문을 통해 제안한 두 기술의 연동방안을 적용하려면 시장성을 갖춘 듀얼태그의 개발과 NDEF 디코더의 개발 등 추가적인 기술 개발 및 표준화, 그리고 관련 특허 확보에 대한 노력이 필요하다. 이러한 노력을 바탕으로 모바일 RFID와 NFC 기술을 연동시킨다면 기업은 기존의 인프라를 그대로 활용할 수 있어 초기 기술 도입 비용을 줄일 수 있다. 그리고 단말기의 종류에 관계없이 서비스를 제공받을 수 있으므로 소비자의 적극적인 서비스 이용이 가능해진다. 이러한 변화는 과련 산업 전체가 활성화 되는 선순환을 이끌어내는 기폭제가 될 것이며 RFID 기술과 산업 발전에도 도움이 될 것이다. 또한 국내에서 표준화가 추진되어온 모바일 RFID 기술의 활용성을 높일 수 있고 더 나아가 새로운 고부가가치 신시장 창출과 국제표준 및 기술 선도가 가능할 것으로 기대된다.

## References

- [1] NFC Forum, *NFC Data Exchange Format Technical Specification*, NDEF 1.0, July 2006.
- [2] NFC Forum, *NFC Record Type Definition (RTD) Technical Specification*, RTD 1.0, July 2006.
- [3] N. Park, "Implementation of personalized advertisement and information application services using RFID virtual tag," *J. Korea Soc. IT Service (KITS)*, vol. 8, no. 4, pp. 151-163, Dec. 2009.
- [4] N. Park and Y. Kang, "Mobile RFID security," *J. Telecommun. Tech. Assoc. (TTA)*, no. 115, pp. 108-114, Jan. 2008.
- [5] NFC Forum, *Type 3 Tag Operation*

- Specification*, T3TOP 1.1, June 2011.
- [6] N. Park, J. Kwak, H. Kim, S. Kim, and D. Won, "WIPI mobile platform with secure service for mobile RFID network environment," *Lecture Notes in Comput. Sci.*, vol. 3842, no. 1, pp. 741-748, Jan. 2006.
- [7] J. Chae and S. Oh, "Information report on mobile RFID in Korea," *ISO/IEC JTC1/SC 31/WG4 N0922, Information Paper*, March 2005.
- [8] S. Yoo, *Mobile RFID activities in Korea*, Contribution Paper of the APT Standardization Program, Oct. 2005.
- [9] Y. Kim and N. Koshizuka, *Review report of Standardization Issues on Network Aspects of Identification including RFID*, ITU-T Paper TD315, Feb. 2006.
- [10] NFC Forum, *Type 1 Tag Operation Specification*, T1TOP 1.1, Apr. 2011.
- [11] NFC Forum, *Type 2 Tag Operation Specification*, T2TOP 1.1, May 2011.
- [12] NFC Forum, *Type 4 Tag Operation Specification*, T4TOP 2.0, June 2011.
- [13] M. Jovanovic and M. M. Organero, "Analysis of the latest trends in mobile commerce using the NFC technology," *Multidisciplinary J. Sci. Tech., J. Sel. Areas Telecommun. (JSAT)*, [Online], Available: [http://http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/13090/analysis\\_JSAT\\_2011.pdf?sequence=1](http://http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/13090/analysis_JSAT_2011.pdf?sequence=1), May 2011.
- [14] GSMA™, *Mobile NFC technical guidelines*, Nov. 2007.
- [15] J. Lee, "Mobile RFID Technologies and Standards," in *KRnet 2010*, June 2010.
- [16] M. Pasquet and S. Gerbaix, "The complexity of security studies in NFC payment system," in *Proc. 8th Australian Inform. Security Management Conf.*, pp. 95-101, Perth, Australia, Nov.-Dec. 2010.
- [17] NFC Forum, *Essentials for Successful NFC Mobile Ecosystems*, Oct. 2008.
- [18] Y. Ko and N. Park, "A study of IT centered smart grid's STEAM curriculum and class for 3rd and 4th graders in elementary school," *J. Korea Assoc. Inform. Education*, vol. 17, no. 2, pp. 179-187, June 2013.
- [19] Y. Ko, J. An, and N. Park, "Elementary school computer education with the focus on case study bases on fractal geometry theory using LOGO programming language," *J. Korea Inst. Inform. Tech. (KIIT)*, vol. 9, no. 8, pp. 151-164, Aug. 2011.
- [20] N. Park, "Privacy Preserving Mobile RFID Personal Information Security Service System," *J. Korea Inst. Inform. Tech. (KIIT)*, vol. 8, no. 10, pp. 87-96, Oct. 2010.
- [21] N. Park, "Analysis of Privacy Weakness and Protective Countermeasures in Smart Grid Environment," *J. Korea Inst. Inform. Tech. (KIIT)*, vol. 8, no. 9, pp. 189-198, Sep. 2010.
- [22] N. Park, "The Implementation of Open Embedded S/W Platform for Secure Mobile RFID Reader," *J. KICS*, vol. 35, no. 5, pp. 785-793, May 2010.

박 남 제 (Namje Park)



2000년 8월 동국대학교 정보산업학과 졸업  
 2003년 8월 성균관대학교 정보보호학과 석사  
 2008년 3월 성균관대학교 컴퓨터공학과 박사  
 2003년 4월~2008년 12월 한

국전자통신연구원 선임연구원  
 2009년 1월~2009년 12월 University of California at Los Angeles (UCLA) Post-Doc.  
 2009년 3월~2009년 12월 University of California at Los Angeles (UCLA) WINMEC 연구센터 Staff Researcher  
 2010년 1월~2010년 9월 Arizona State University (ASU) Research Scientist  
 2010년 9월~현재 제주대학교 교육대학 컴퓨터교육 전공 교수  
 <관심분야> 암호이론, 컴퓨터교육, 융합기술보안, 모바일컴퓨팅, RFID/USN, 스마트그리드 보안 등